Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 3 | 83—105 | München, 1. Nov. 1963

Die Gliederung der Raibler Schichten und die Ausbildung ihrer Liegendgrenze in der „Tirolischen Einheit" der östlichen Chiemgauer Alpen

Von Hans-Otto Angermeier, Artur Pöschl & Hans-Jochen Schneider, München [1])

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Das Liegende der Raibler Schichten wird durch zwei bis drei, Pyrit führende, oolithische Bänke des oberen Wettersteinkalkes gebildet („Grenzoolith-Bänke"). Mit scharfem Fazieswechsel, aber konkordant folgen darüber die untersten Schiefertone der Raibler Schichten. Hinweise auf eine „präkarnische Regression" sind nicht vorhanden.

In den Raibler Schichten lassen sich hier drei Schieferton-Folgen ausgliedern, die jeweils von mächtigeren Kalk-Dolomit-Folgen getrennt werden. Die unterschiedliche stratigraphische Position der drei Schieferton-Folgen ist paläontologisch belegbar. Dadurch wird die faunistische Zweiteilung der Raibler Schichten für die Nordalpen neuerdings wieder bestätigt: Untere Abteilung = Cardita-Schichten, obere Abteilung = Torer Schichten. Die Fauna der neu gefundenen dritten (obersten) Schieferton-Folge gehört den Torer Schichten an. Daher wird eine Korrektur einiger älterer Parallelisierungen aus diesem Gebiet notwendig.

Summary

The underlying rock of the Raibl beds (Upper Triassic, Carnian), i. e. the Wetterstein limestone, consists at its top of two or three layers of oolitic limestone containing pyrite ("Grenzoolith-Bänke"). Superposed on these, showing an abrupt change of facies, appear shales of the basal Raibl beds. The sequence of rocks is conformable and exhibits no clue to a pre-Carnian regression.

Within the Raibl beds three horizons of shale, separated from each other by alternating limestones and dolomites of greater thickness, can be made out.

[1]) Dipl.-Geol. H.-O. Angermeier, Dipl.-Geol. A. Pöschl und Doz. Dr. Hans-J. Schneider, Institut für allgemeine und angewandte Geologie und Mineralogie der Universität München, 8 München 2, Luisenstraße 37.

Differences in position of these shale horizons within the various sections can be linked palaeontologically. By such means a faunistic subdivision of the Raibl beds of the Northern Alps, as formerly applied, can be re-established: Lower or Cardita beds and upper or Torer beds. The recently discovered third and uppermost shale horizon is attached to the Torer beds. Some older correlations, accordingly, had to be revised.

Inhalt

Einleitung

Die Raibler Schichten stellen durch ihre faziell besonders markante Entwicklung und die meist nachweisbare Fossilführung innerhalb der nordalpinen Triasprofile einen Schichtkomplex dar, der bei allen Kartierungsarbeiten verhältnismäßig leicht zu erkennen ist und deshalb als „lithologischer Leithorizont" sehr geschätzt wird. Die Tatsache, daß diese Schichtfolge schon feldgeologisch leicht zu erfassen ist, scheint jedoch in vielen Fällen zu einer weniger kritischen Betrachtung einzelner Aufschlüsse zu verführen. Jedenfalls birgt dieser Schichtkomplex noch eine Reihe von stratigraphischen und paläogeographischen Problemen, auf die mit den folgenden Ausführungen hingewiesen werden soll.

Die nachstehend erläuterten Beobachtungen ergaben sich anläßlich einiger Neukartierungen in den östlichen Chiemgauer Alpen, die zunächst im Gebiet der Rauschberg-Gruppe (s. Abb. 1) begonnen wurden. In deren östlichem Teil, im sog. Inzeller Kienberg, war im Wettersteinkalk ehemals der größte Blei-Zink-Erzbergbau der bayerischen Kalkalpen umgegangen (Knauer, 1938; Schneider, 1953a, 1957, S. 248). Die montangeologische Untersuchung des alten Lagerstättengebietes wurde mit einer finanziellen Hilfe der Gesellschaft zur Aufsuchung von Bodenschätzen in Bayern, München, durchgeführt, wofür die Verf. auch an dieser Stelle danken.

Eine genauere Untersuchung der Raibler Schichten im Hangenden dieser Lagerstätte war vor allem deshalb von besonderem Interesse, weil einmal der Schichtkomplex hier besonders günstig aufgeschlossen war. Außerdem hatten neuere Untertagearbeiten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Kärnten), der „Typuslokalität" für Blei-Zink-Lagerstätten dieser Art, im Hangenden des erzführenden Wettersteinkalkes in den „Cardita Schichten" ein interessantes neues Profil erschlossen (Holler, 1951). Zunächst wurde die im Kärntner Raum schon wiederholt beobachtete Einschaltung von drei, je ca. 20 m mächtigen Schieferton-Folgen, die durch jeweils 60 bis 70 m mächtige Kalk-Dolomit-Serien getrennt sind, endgültig gesichert (Holler, 1951: „1., 2. und 3. Cardita-Schiefer"). Zwischen dem 1. und 2. „Cardita-Schiefer" fand sich zudem eine mächtige, nach Schulz (1960) primär-sedimentäre Pb-Zn-Vererzung (die sog. „Cardita-Vererzung").

Da allgemein zwischen der faziellen Entwicklung des Wettersteinkalkes im Kärntner Raum und derjenigen im Bayerisch-Nordtiroler Gebiet ungewöhnlich große Analogien bestehen (Schneider, 1954), erschien es angebracht, auch die

Raibler Schichten einmal daraufhin zu untersuchen. Obgleich die erhofften Hinweise auf eine Pb-Zn-Vererzung im höheren stratigraphischen Niveau ausblieben, ergab sich doch eigenartigerweise jenes bisher nur aus dem Kärntner Raum bekanntgewordene Gliederungsschema nach drei übereinander liegenden Schieferton-Folgen, wenn auch zunächst nur für das Rauschberg-Gebiet (Angermeier, 1960). Eine im Streichen der gleichen tektonischen Einheit ca. 10 km weiter westlich, im Gebiet des Hochkienberges, durchgeführte weitere Neukartierung (Pöschl, 1962) erbrachte eine volle Bestätigung der Beobachtungen am Rauschberg.

Der Verdacht, daß die Aufeinanderfolge von drei Schieferton-Komplexen innerhalb der Raibler Kalk-Dolomit-Schichtfolge auf eine tektonische Vervielfachung zurückzuführen sei, kann paläontologisch einwandfrei widerlegt werden. Zwar fanden auch die früheren Bearbeiter dieser Gebiete (Arlt, 1911, Nöth, 1926, und Erhardt, 1931) die bezeichnenden Faunen mit Leitformen; sie parallelisierten jedoch irrtümlich die Horizonte.

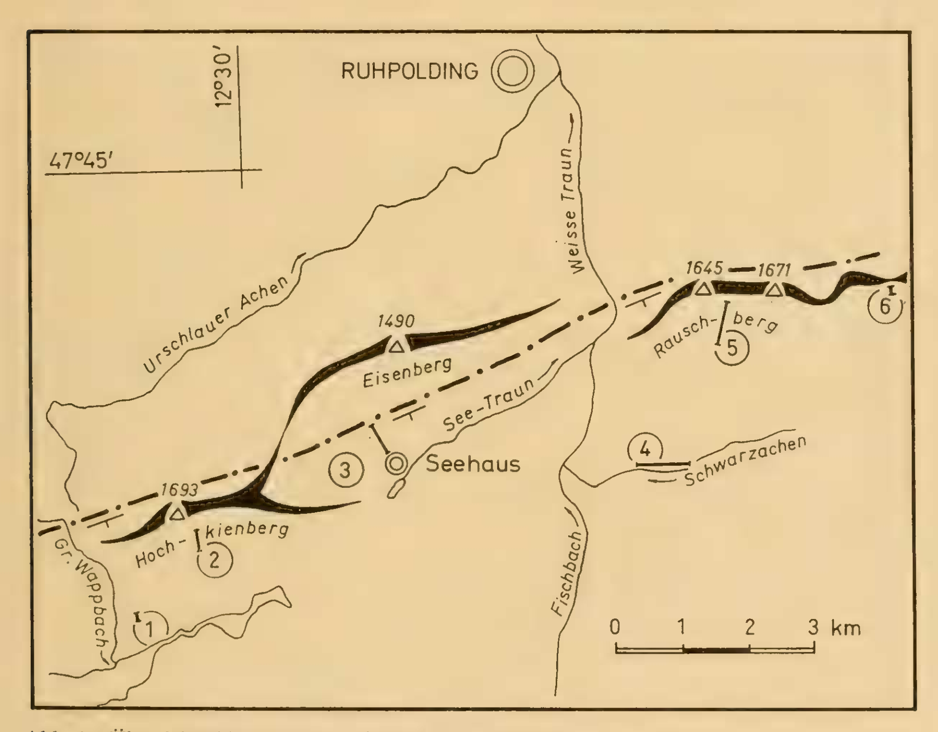


Abb. 1: Übersichtsskizze zur Lage der wichtigsten Profile.
(1) Profil im Seitengraben östl. des Großen Wapp-Baches (vgl. Text).
(2) Profil am Westende des Elsen-Tales.
(3) Profil im Vord. Zettelgraben bzw. Rammel-Bach bei Seehaus (nach Nöth, 1926).
(4) Straßenprofil an der Hinteren Schwarzachen.
(5) Profil an der Geiswand.
(6) Profil in der ‚Streicher-Scharte' (vgl. Text).

In der nachstehend gegebenen Beschreibung der Schichtenfolge werden nur die wichtigsten Vorkommen angeführt, die entweder das gesamte Profil oder einzelne Profilabschnitte erkennen lassen oder durch ihre Fossilführung stratigraphisch belegbar sind (s. Abb. 1).

Das besprochene Gebiet gehört der „Tirolischen Einheit" (HAHN, 1912) an, welches nach SPENGLER (1951) hier auch zur „Staufen-Höllengebirgsdecke" gestellt wird. Die Nordstirn dieser großtektonischen Einheit wird hauptsächlich von Wettersteinkalk aufgebaut; sie ist nordwärts auf Obertrias-, Jura- und Kreideschichten aufgeschoben. Der generell südfallende Wettersteinkalk-Komplex trägt auf den meist pultförmigen Südflanken jene Raibler Schichtserie, auf die sich unsere Ausführungen beziehen.

Die nördlich der großtektonischen Aufschiebung, innerhalb der „Hochbajuvarischen Einheit" (HAHN, 1912), aufgeschlossenen Raibler Schichten liegen in einer Ausbildung vor, die sich deutlich von jener in der „Tirolischen Einheit" unterscheidet.

Sofern die neuerlichen Fossilfunde aus den einzelnen Raibler Horizonten von Interesse waren, wurden sie der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, übergeben. Die Verfasser verdanken Herrn Konservator Dr. K. W. BARTHEL von der o.a. Sammlung die kritische Überprüfung einer Reihe von wichtigen Formen.

1. Die liegenden Grenzschichten (Oberer Wettersteinkalk)

Im Zusammenhang mit einer stratigraphischen Gliederung der Raibler Schichten und einer Untersuchung ihrer faziellen (paläogeographischen) Entwicklung verdient die Ausbildung der liegenden Grenzschichten besondere Beachtung. Zwar wird der bekannte scharfe Fazieswechsel vom obersten Wettersteinkalk zu den tonigen bis quarzsandigen untersten Raibler Schichten vielfach als Hinweis auf eine ausgeprägte Transgression erwähnt, doch ist das eigentliche Niveau dieser „Transgression" nur sehr selten aufgeschlossen. Eine verbreitete Pyritführung der betreffenden Schichten läßt diese sehr rasch und tiefgründig verwittern und den ganzen Verband in sich verrutschen.

So beobachtete ERHARDT (1931, S. 18) im östlich benachbarten Staufen-Gebiet „eine schwache Diskordanz . . . zwischen Raibler Schichten und Wettersteinkalk". Aus dem Ammergebirge beschrieben KOCKEL, RICHTER & STEINMANN (1931) fossile Karrentaschen an der Obergrenze des Wettersteinkalkes, die mit transgressivem Raibler Sandstein gefüllt seien, wonach sie auf eine „präkarnische Regression", eine Trockenlegung und Verkarstung des obersten Wettersteinkalkpaketes schlossen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch LEUCHS & MOSEBACH (1936) — nach Beobachtungen im Benediktenwand-Gebiet — und andere Autoren.

Da an dieser lithologisch markanten Grenzzone in vielen Teilen der bayerischen Kalkalpen ehemals ein bescheidener Eisenerzbergbau umging, erfuhren die entsprechenden Schichtglieder in neuerer Zeit eine ausführliche lagerstättenkundliche und sedimentpetrographische Bearbeitung (SCHNEIDER, 1953, 1954; TAUPITZ, 1954). Auch zu diesem Fragenkomplex liefern im hier betrachteten Gebiet einige ungewöhnlich gut erschlossene Spezialprofile weitere Hinweise.

Im gesamten Gebiet ist den obersten 30 bis 50 Schichtmetern des Wettersteinkalkes die sog. „Sonderfazies“ (SCHNEIDER, 1954) zwischengeschaltet. Sie erscheint auch hier in bank- oder linsenförmigen Einschaltungen dm-mächtiger (dolomitischer) Feinschichten, die häufig in camgitische Resedimente übergehen. Die für diese Fazies charakteristische „schwarze Breccie“ konnte jedoch nur am Rauschberg-Kamm gefunden werden. Sie tritt dort, z. B. nördlich unterhalb der Scharte zur „Roßgasse“, in maximal 10 cm mächtigen Linsen etwa 20 m Schichtmeter unter der Raibler-Liegendgrenze auf und läßt sich, meist nur nach Lesestücken, ostwärts bis zum Zeno-Kopf verfolgen.

Die eigentliche Grenzzone zwischen Wettersteinkalk und Raibler Schichten ist, wie üblich, nur in einigen wenigen Aufschlüssen derart gut erhalten, daß der ursprüngliche Schichtverband mit Sicherheit erkannt werden kann.

Am Hochkienberg erschließt ein kleiner Seitenbach, der bei 790 m NN in den Großen Wapp-Bach mündet, ein ungestörtes Profil durch dies Grenzzone (vgl. Profil 1 in Abb. 1 und 2). Die obersten dm des Wettersteinkalkes (Abb. 2, Schicht 4) werden zunehmend dunkelgrau, was auf die Pyritführung zurückzuführen ist.

Nach Dünn- und Anschliffbefunden tritt der Pyrit in dieser obersten Kalkbank einmal in Form der vielfach beobachteten „Erzpünktchen“ (Durchmesser 1—5 μ) auf, die das Gestein diffus oder wenig texturiert durchstäuben; häufig vereinigen sich diese „Pünktchen“ dann zu rundlichen „brombeer“-artigen Ballen (Durchmesser 10—15 μ). Für diesen Pyrittypus wurde schon wiederholt eine bakterielle Entstehung erwogen und z. T. nachgewiesen (vgl. SCHNEIDER, 1953, TAUPITZ, 1954). Daneben erscheint dann das Erz, infolge einer diagenetischen Sammelkristallisation, in mm- bis cm-großen, teilidiomorphen Kornaggregaten.

Über der schwach gewellten Oberfläche dieser höchsten Kalkbank folgt konkordant der sog. „Grenzoolith“, der hier aus zwei, jeweils 10 cm mächtigen, schwarzgrauen, pyritreichen Kalkbänkchen besteht (Profil 1, Schicht 1).

Beide Bänkchen werden fast ausschließlich aus konzentrisch-schaligen, meist unregelmäßig-lappig umgrenzten Rundkörperchen aufgebaut. Dünnschliffuntersuchungen bestätigten die Vermutung, daß es sich hierbei um Algenkörper handelt, die mit

Sphaerocodium bornemanni ROTHPLETZ

identisch sind. Bei gut erhaltenen Exemplaren ist noch die eigentümliche Zellstruktur zu erkennen. In den meisten Fällen sind Schalenbruchstücke oder Crinoidenstielglieder vom Algenkörper umschlossen. Diese organogenen Rundkörperchen erreichen Durchmesser bis zu 7 mm. Daneben erscheinen untergeordnet auch kleinere, echte Ooide (0,1 bis 0,8 mm) mit angenähert kreisrundem Querschnitt und fast submikroskopisch feiner, konzentrischer Schalenstruktur, für die eine organische Entstehung nicht nachzuweisen ist (s. u. S. 90).

Der quantitativ stark hervortretende Pyrit erscheint hier ebenfalls als feines Pigment und ist vorzugsweise den einzelnen Schalenzonen der verschiedenen Rundkörperchen eingelagert. Daneben bildet er häufig den gesamten Lagenbau der Algenkörper ab, wodurch gelegentlich sogar noch alte Zellstrukturen zu erkennen sind. Eine paradiagenetische Sammelkristallisation führte dann zu Pyritkonkretionen von cm-Ausmaßen.

Am Südhang des Hochkienberges fand sich ein Lesestein aus den „Grenzoolith-Bänken“, der in Fazies und Pyritführung der oben gegebenen Ausbildung



Abb. 2: Zwei Spezialprofile durch die Grenzzone oberer Wettersteinkalk — untere Raibler Schichten („Grenzoolith-Bänke").
Erläuterungen z. d. Schichtgliedern:

(0) Schiefertone der tiefsten Raibler Schichten, mit Quarzsand und Pyrit.
(1) Blauschwarzer Groboolith mit *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. und reichlich Organodetritus; starke Pyritführung.
(2) Dunkelgrauer Oolithkalk; Sphaerocodien-Körper und Organodetritus zurücktretend; schwache Pyritführung.
(3) Dunkelgrauer Feinoolithkalk ohne Sphaerocodien-Körper; Organodetritus und Pyritführung stark zurücktretend.
(4) Heller, feinkristalliner Kalk mit angedeuteter Feinschichtung, nach oben dunkler und pyritreicher werdend.
(5) Lichtgrauer, dichter Kalk mit wolkig begrenzten, dunkelgrauen Partien; Pyritkonkretionen wittern zu hakigen Kavernen aus.
(6) Heller, feinkristalliner, fast massiger Kalk mit linsenförmigen Einschaltungen camgitischer Feinschichten.
(7) Scharfbegrenzte, camgitische Feinschichtbänke.
(8) Hellgrauer dickgebankter Kalk („Normaltypus" des Wettersteinkalkes).
(9) Scharf begrenzte, camgitische Feinschicht-Bank mit hohem Anteil an Resedimenten (dolomitische Schollenbreccie, Ovoide und Kalkarenit).

gleicht, mit gut erhaltenen Crinoidenstielgliedern und einigen Lamellibranchiaten. Bestimmt werden konnten:

Pentacrinus propinquus MÜNSTER,
Cardita crenata guembeli PICHLER.

Die besprochene Grenzzone ist auch am Gipfelkamm des Rauschberges aufgeschlossen, so z. B. etwa 350 m östlich der Gipfelstation der Rauschbergbahn (N von Profil 5 in Abb. 1). Besonders gut ist der Schichtverband jedoch in der sog. „Streicher-Scharte“ erhalten (Profil 6 in Abb. 1 und 2); als „Streicher-Scharte“ wird die Gratscharte (1560 m NN) zwischen Streicher und Zeno-Kopf bezeichnet, über die der markierte Steig von N (Fahrriesboden-Schneegrube) zur Kammhöhe führt. Die im Prinzip schon oben kurz beschriebene Abfolge („normaler“ oberer Wettersteinkalk mit Einschaltung von „Sonderfazies“ –„Grenzoolith“–Raibler Schiefertone) erscheint hier, wie am gesamten Rauschberg-Kamm, etwas vielfältiger entwickelt:

Die höchste Zone camgitischer Feinschichten und Resedimente liegt, als ca. 0,6 m mächtige Bank deutlich auswitternd, etwa 6 m unter der Raibler Grenze. Zum Hangenden folgt ein mindestens 4,5 m mächtiger, unscharf gegliederter, fast massig wirkender Kalkkomplex, dem nur unregelmäßig begrenzte Feinschicht-Linsen eingeschaltet sind (Profil 6, Schichten 6 und 5). Nach oben hin wird der Kalk zunehmend dunkler mit wolkigen, bräunlichgrauen Partien. Verstreut verteilte, bis cm-große Pyritkonkretionen führen zur Auswitterung von hakig begrenzten, kleinen Kavernen, die häufig noch Limonitkrusten enthalten.

Konkordant darüber liegt sodann der hier 1,2 bis (maximal) 1,5 m mächtige, kalkige „Grenzoolith“, der durch flachwellig verlaufende Schichtfugen deutlich in drei konkordante Bänke untergliedert ist (Profil 6, Schichten 1 bis 3). Die tiefste der drei Bänke ist im Streichen des gesamten Rauschberg-Kammes am mächtigsten entwickelt (0,8 bis 1 m). Schon an der bräunlich-dunkelgrau anwitternden Oberfläche sind mit der Lupe die 0,3 bis 1 mm großen Ooide in dichter „Kugelpackung“ zu erkennen. Im Dünnschliff zeigt sich, daß hier echte (anorganische) Kalkooide vorliegen, die mit kalzitischem Zement verbacken sind. Bei stärkerer Vergrößerung tritt die konzentrisch schalige Struktur noch deutlicher hervor. Gelegentlich sind auch — frühdiagenetisch gesproßte (?) — radialstrahlige Karbonatkristallite zu beobachten. Bruchstücke von Muschelschalen oder Crinoidenstielglieder erscheinen nur untergeordnet, desgleichen Pyrit. Sphaerocodien-Körper fehlen vollständig.

Eine ganz andere Zusammensetzung weisen dagegen die beiden höheren, zusammen etwa 0,3 bis 0,4 m mächtigen Bänke auf. Der im frischen Bruch blauschwarze, oolithische Kalk läßt schon an der dunkelgrau anwitternden Oberfläche häufig Crinoidenstielglieder, Schalenbruchstücke sowie organogene Rundkörperchen (bis 0,8 mm Durchmesser) erkennen. Letztere sind nach Dünnschliffbefunden wiederum als *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. anzusprechen. Im Gegensatz zu den entsprechenden „Grenzoolith“-Bänken des Hochkienberg-

Gebietes treten die Algenkörper hier jedoch quantitativ gegenüber den anorganischen Kalkooiden zurück. Das gleiche gilt auch für die extensive Pyritführung.

Die erzmikroskopische Untersuchung von Anschliffen aus der obersten Bank ergab, daß der Pyrit häufig noch nachträglich in Markasit umgewandelt ist. Daneben erscheint gelegentlich Zinkblende mit hellgelben bis weißen Innenreflexen, wovon eine kleinste Kornfraktion (10—20μ) dem Schalenbau der Ooide eingelagert ist. Die Anwesenheit von Zinkblende im eindeutig sedimentären Verband bietet interessante genetische Hinweise auf die Entwicklung des sog. „Raibler Grenzlagers" (Maucher, 1954; Schulz, 1955) im NE-Teil der „Tirolischen Einheit"!

In allen Spezialprofilen vom Rauschbergkamm erfährt die Anreicherung von Fossilfragmenten in der obersten Oolithbank ein Maximum. Neben den bereits erwähnten Sphaerocodien-Körpern konnten bestimmt werden:

Pentacrinus propinquus Münst.
Pentacrinus tirolensis Laube

Beide Arten sind auch in den Raibler Schichten weit verbreitet. Die häufig auftretenden Schalenbruchstücke erinnern an *Cardita crenata guembeli* Pichler, doch konnte bisher noch kein sicher bestimmbares Exemplar in dieser Schicht gefunden werden.

Im gesamten Gebiet zwischen Hochkienberg und Rauschberg grenzt die höchste Oolithbank (Profil 1 und 6, Nr. 1), wo tatsächlich noch der ursprüngliche Schichtverband erhalten ist, mit flachwelliger Oberfläche scharf, aber konkordant (!) gegen die überlagernden Schiefertone der Raibler Schichten. Diese führen in den untersten Schichtmetern einen hohen Gehalt an Quarzsand (kantengerundete Körner um 0,5 mm Durchmesser), dem häufig Glaukonit und vereinzelt Hellglimmer sowie stark zersetzte Feldspatfragmente eingestreut sind. Desgleichen ist in diesen tiefsten Lagen auch Pyrit als feines Pigment und in cm-großen flachgestreckten Konkretionen verbreitet.

Der extensive Pyritgehalt dieser obersten Kalk-(Oolith-)Bänke und tiefsten Sand-Schieferton-Lagen bewirkt eine rasche und tiefgründige Verwitterung der Grenzhorizonte. Die dabei entstehende schweflige Säure greift vor allem den unterlagernden Kalk an, so daß dieser — bevorzugt im Grenzbereich gegen die Raibler Schichten — tiefgründig verkarstet ist.

Für diesen Vorgang bietet die flache Südabdachung des Rauschberg-Kammes instruktive Aufschlüsse. Soweit die Hangneigung ungefähr parallel zum Schichtfallen (der Grenzhorizonte) verläuft, ist das Gelände — über mehrere km im Streichen — von tiefen, dolinenförmigen Lösungstrichtern und Karrentaschen verschiedenster Größenordnung durchzogen. Sehr viele dieser Hohlformen sind mit den an Quarzsand angereicherten Schiefertonen der Raibler Schichten gefüllt, die oft noch eine (primäre ?) Lagentextur erkennen lassen. Daß in solchen Fällen der ursprüngliche Lagerungsverband tatsächlich zerstört ist, beweist das Fehlen der „Grenzoolith"-Bänke, die meist nur noch in isolierten Lesestücken zu finden sind. Der ursprüngliche Pyritgehalt der Grenzhorizonte wurde zu Limonitschwarten und -konkretionen angereichert, die meist einem hellgrauen bis reinweißen Wettersteinkalk aufliegen, der vielfach schon einem tieferen Niveau an-

gehört. Auf diese Weise entstehen sehr häufig Lagerungsverbände, die eine „präkarnische Verkarstung" des oberen Wettersteinkalkes vortäuschen. So bemerkte auch ERHARDT (1931, S. 18) bei der Beschreibung einer schwachen „Diskordanz . . . an mehreren gut aufgeschlossenen Stellen zwischen Raibler Schichten und Wettersteinkalk", daß „unmittelbar im Liegenden dieser Mergel . . . die obersten Teile des Wettersteinkalkes sogleich typisch reinweiß und fossilreich ausgebildet" seien. Vermutlich wurden auch in diesen Aufschlüssen die „Grenzoolith"-Bänke durch die selektive Verwitterung schon früher entfernt. Jedenfalls fanden sich bei einer neuerlichen Feldbegehung der erwähnten Lokalität oberhalb der „Staufenstube" Lesestücke der charakteristisch kleinoolithischen Grenzbänke.

Mindestens für den Bereich zwischen Hochkienberg im W und Rauschberg im E kann somit als gesichert gelten, daß die Grenze Wettersteinkalk/Raibler Schichten zwar einen scharfen Fazieswechsel darstellt, jedoch in keinem Fall eine Diskordanz oder gar eine „präkarnische Regression" in Form einer Trockenlegung und Verkarstung des obersten Wettersteinkalkes anzeigt. Die von KOCKEL & Gen. (1931) wie von LEUCHS & MOSEBACH (1935) benannte „spätladinische Hebung" äußert sich vermutlich im gesamten Bayerisch-Nordtiroler Raum nur durch ein rasches Abklingen der bis dahin vorherrschenden Kalksedimentation. Gleichzeitig damit setzt eine Stagnation weiter, flacher Meeresbecken ein; es entwickeln sich im „noch-kalkigen Milieu" Halb- und Vollfaulschlämme (Kalk-Gyttja und Kalk-Sapropel), die in relativ kurzer Zeit von feinklastischen terrigenen Sedimenten überdeckt werden. In ähnlichen, guterhaltenen Spezialprofilen der Kalkhochalpen (Karwendel, Wettersteingebirge) ist der — im cm-Bereich fast kontinuierliche — Fazieswechsel noch viel ausgeprägter beobachtbar (MYLIUS, 1916; SCHNEIDER, 1953; SCHULZ, 1955).

Doch schon ein Vergleich der beiden Spezialprofile von Hochkienberg und Rauschberg (Abb. 2) zeigt, daß auch noch innerhalb der „Grenzoolith"-Bänke eine merkliche horizontale Faziesdifferenzierung stattgefunden hat: Die Schichtfolge am Hochkienberg erscheint gegenüber der entsprechenden Abfolge am Rauschberg eigenartig „kondensiert", ohne daß — selbst bei kritischster Betrachtung der Aufschlüsse — eine Erosionsdiskordanz oder synchrone Schichtlücken nachgewiesen werden könnten. Im Hochkienberg-Gebiet herrschte offensichtlich nur ein gewisses „Defizit" an Kalkfällung vor. Solche geringfügigen faziellen Unterschiede innerhalb der „Grenzoolith"-Bänke können auch in anderen Teilen der Bayerisch-Nordtiroler Kalkalpen erfaßt werden. Es wäre verfrüht, nach diesen bisher relativ wenigen Beobachtungen bereits weitreichende paläogeographische Folgerungen zu diskutieren. Immerhin ist es bemerkenswert, daß auch das Mächtigkeitsmaximum der Raibler Schichten mit etwa 300 m im Rauschberg-Gebiet liegt, wogegen im Westen (Hochkienberg) und Osten (Staufen) nur etwa 200 m nachgewiesen werden können. Der unterlagernde Wettersteinkalk hält von W nach E mit etwa gleichbleibender Mächtigkeit (ca. 700 m) durch. Möglicherweise beeinflußt jene „spätladinische Hebung" in großen Teilen der Nordalpen nur die

Fazies und Mächtigkeit der Sedimentation während der karnischen Stufe; sie zeichnet dabei allerdings schon frühzeitig engbegrenzte Räume differenzierter Abfolgen vor.

2. Lithologische Gliederung der Raibler Schichten

(Hierzu vgl. Abb. 3)

Wenn in der folgenden kurzen Beschreibung der Gesteinsfolge bei der Benennung der einzelnen Schichtglieder von den Bezeichnungen Wöhrmanns (1889, 1893) abgewichen wird, so erfolgt dies aus zwei Gründen: Einmal sollten im Interesse einer einheitlichen stratigraphischen Terminologie (Schindewolf, 1960) die lithologische und die biostratigraphische Gliederung möglichst klar gegeneinander abgegrenzt werden. Andererseits bedürfen einige ältere Gesteinsbezeichnungen einer Korrektur.

Wöhrmann untergliederte die „untere Abteilung" der Raibler Schichten der Nordalpen in drei „Horizonte" (a—b—c), wobei er sich sowohl auf faunistische als auch auf lithologische Merkmale stützte. Um die Bedeutung fazieller Kennzeichen für diese Untergliederung zu unterstreichen, ersetzte er den (mehr biostratigraphisch verstandenen) Begriff „Horizont" häufig durch eine Gesteinsbezeichnung mit dem Wortstamm „-Zug": „Der untere Mergelzug oder Horizont a, wie wir ihn auch ferner nennen wollen..." (Wöhrmann, 1893, S. 696). — Die „obere Abteilung" der Raibler Schichten erfährt durch ihn keine weitere Untergliederung, vor allem wohl deshalb, weil er die wechselvolle Gesteinsfolge nach lithologischen Merkmalen regional nicht parallelisieren konnte. Außerdem stellt diese „obere Abteilung" biostratigraphisch einen relativ einheitlichen Komplex dar. Wöhrmann hätte hierfür aus Konsequenzgründen einen vierten „Horizont" einsetzen sollen.

Im von uns bearbeiteten Gebiet wurde nunmehr auch eine Untergliederung der „oberen Abteilung" möglich, zunächst mehr nach lithologischen Merkmalen. Dadurch ergab sich die Notwendigkeit, die einzelnen faziellen Einheiten der gesamten Raibler Schichtfolge nach einer terminologisch gleichwertigen und auch sedimentpetrographisch richtigen Nomenklatur zu benennen.

Die von Wöhrmann benannten beiden „Mergelzüge" enthalten nämlich, wie er selbst bemerkte, tatsächlich nur sehr untergeordnet echte „Mergel". Die Schichtkomplexe bestehen vielmehr vorwiegend aus „Schiefertonen" (im Sinne von Correns 1949, S. 223), die bereichsweise einen hohen Gehalt an Quarzsand führen. In diese Schiefertone sind aber auch reine Quarzsandsteine, Kalke und Mergelkalke bankweise, z. T. in Linsen verschiedenster Größenordnung, eingeschaltet. Deshalb möchten wir für diese im Einzelnen zwar wechselvolle, generell jedoch vorherrschend feinklastische Schichtfolge die Kurzbezeichnung „Schieferton-Folge" vorschlagen. Entsprechend werden die mehr oder minder mächtigen, die Schieferton-Folgen trennenden, ausschließlich karbonatischen Sedimentkomplexe jeweils „Kalk-Dolomit-Folge" genannt. Eine solche Gliederung nach lithologischen Kennzeichen bietet den Vorteil, daß sie schon während der Feldkartierung angewendet werden kann.

Die Gliederung nach „Horizonten" sollte erst in zweiter Linie durchgeführt werden und zwar in dem von Wöhrmann gegebenen Sinn als biostratigraphische Einheiten, wenn also die Fossilführung — auch mittelbar — eine genauere Einstufung ermöglicht; dann aber wird eine konsequente Erweiterung dieser Gliederung auch auf die „obere Abteilung" notwendig (vgl. Abb. 3 u. Tab. 1).

Untere Schieferton-Folge (= Horizont I a)

Über den schwarzen pyritreichen Grenzoolithbänken des obersten Wettersteinkalkes folgen im Normalprofil konkordant schwarzgraue kalkfreie Pelite,

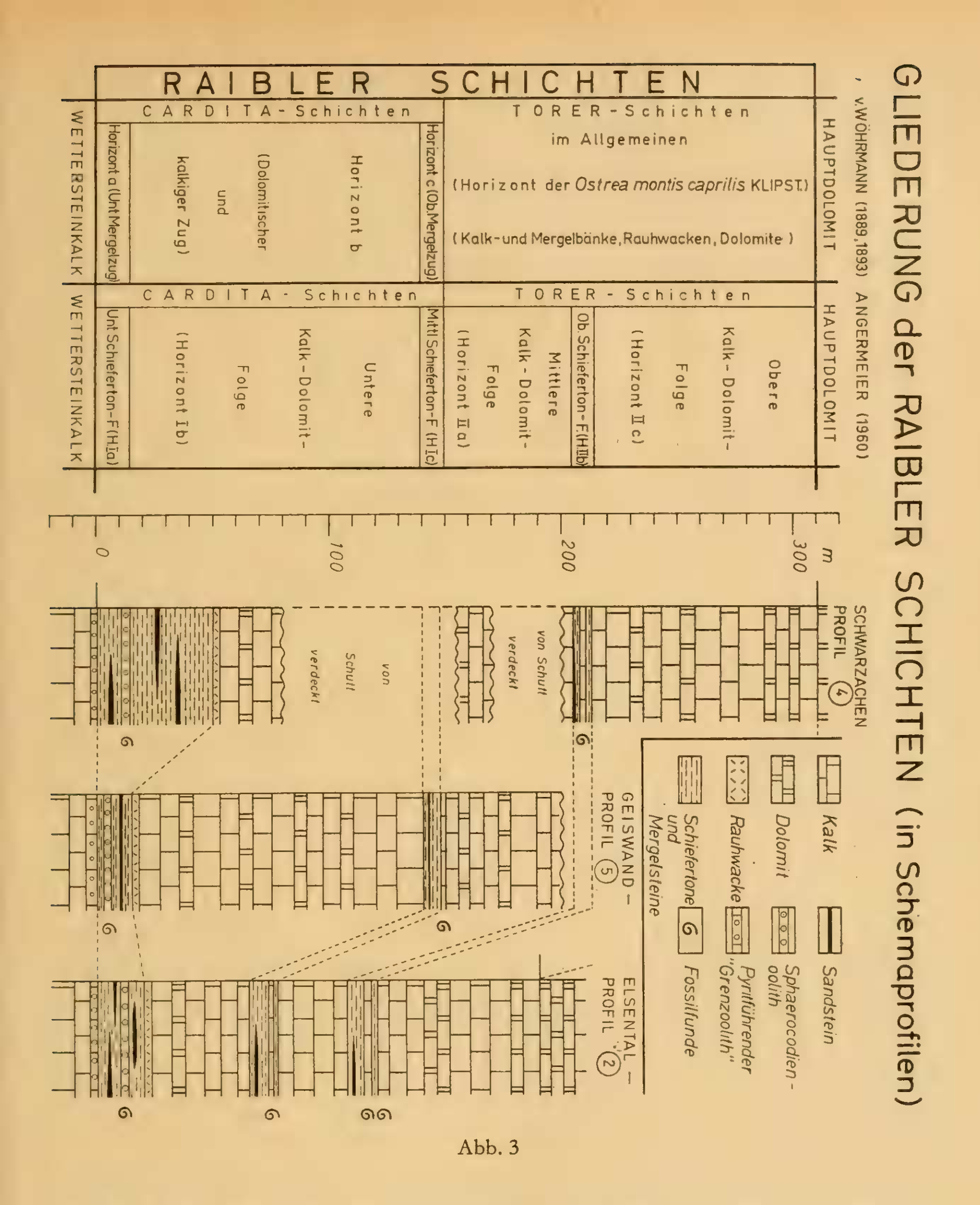


Abb. 3

die nach ihrem hohen Verfestigungsgrad als „Schiefertone“ bezeichnet werden müssen. Der charakteristische dünnplattige Zerfall des Gesteins ist sowohl auf die ursprüngliche Feinschichtung zurückzuführen als auch durch eine schwächere oder stärkere mechanische Beanspruchung hervorgerufen. Ob die meist beobachtbaren Glimmertapeten der Absonderungsflächen bei einer beginnenden schwachen Metamorphose des Gesteins oder bereits primär sedimentär entstanden, kann nicht entschieden werden.

Während in den Schiefertonen der untersten Lagen dieser Folge der Quarzsand diffus verteilt ist (s. Abb. 2 u. S. 90), erscheinen in höheren Lagen reine Tonpelite, denen im Abstand von 30 bis 50 cm geringmächtige (ca. 3 cm) Feinsandbänkchen eingelagert sind. Diese Sandsteine scheinen auf größere Entfernung nicht horizontbeständig zu sein. Sie führen oft verkohltes Pflanzenhäcksel auf den Schichtflächen und sind manchmal durchstäubt von Pyrit, der zu Brauneisenkonkretionen und -schwarten verwittert. Fossilien wurden weder in den Schiefertonen noch in den Sandsteinen gefunden.

Sehr bezeichnend für diese untere Schieferton-Folge ist die Einschaltung einer blauschwarzen „Sphaerocodienoolith-Bank", die im Gelände stets durch ihre gelbbraune Verwitterungsrinde auffällt. Die Algenrundkörper, hier in typischer Ausbildung *Sphaerocodium bornemanni* Rothpl., haben einen Durchmesser von 5 bis 10 mm. Sie umkrusten meist Bruchstücke von organischen Hartteilen (Crinoidenstielglieder, Muschelschalen, Foraminiferengehäuse etc.), vorzugsweise Bruchstücke von *Cardita crenata guembeli* Pichler, die hier häufig auch in bestimmbaren ganzen Exemplaren auftritt.

Von allen drei Schieferton-Folgen der Raibler Schichten tritt die unterste morphologisch am deutlichsten hervor, indem sie Senken und Verebnungsflächen bildet und dadurch im Gelände stets gut zu verfolgen ist.

Es sei hervorgehoben, daß im Rauschberg-Gebiet die Mächtigkeit der unteren Schieferton-Folge von 50 m im Schwarzachen-Profil auf 15 m im benachbarten Geiswand-Profil abnimmt. Im Elsental-Profil des Hochkienberg-Gebietes beträgt die Mächtigkeit ebenfalls nur 15 m (s. Abb. 3).

Untere Kalk-Dolomit-Folge (= Horizont I b)

In jedem der aufgenommenen Profile wird die untere Schieferton-Folge im Hangenden begrenzt durch eine Rauhwackenlage, die bis zu 2 m mächtig werden kann. Im Gelände fällt sie stets durch ihre hellbraungelbe Färbung und die löchrig verwitternde Oberfläche auf. Die Ausbildung einer Rauhwacke in einem so tiefen Niveau der Raibler Schichten ist an sich ungewöhnlich. Doch erwähnt Wöhrmann (1889, S. 247) eine solche Entwicklung z. B. auch vom Erlsattel im südlichen Karwendel.

Über dieser Rauhwackenlage folgen Kalke und untergeordnet Dolomite, deren Färbung von einem hellen Braun bis zu einem dunklen Grau spielt. Massige Partien, die mit gebankten wechsellagern, treten oft morphologisch als Stufen und Stotzen hervor. In den tieferen Teilen sind dem Kalk, der hier luckig anwittert, kleine Pyritkristalle und Limonitkonkretionen eingesprengt. Fossilien fanden sich in dieser Folge nicht.

Die Mächtigkeit nimmt vom Geiswand-Profil (125 m) über das Schwarzachen-Profil (90 m) zum Elsental-Profil (45 m) nach W hin ab.

Mittlere Schieferton-Folge (= Horizont Ic)

Die Kalke und Dolomite überlagert ein Komplex dünnschichtiger Schiefertone, die denen der unteren Schieferton-Folge vollkommen gleichen. Eingeschaltete hellgraue Sandsteinbänkchen wittern gelblich an.

Am besten aufgeschlossen ist diese Serie im Geiswand-Profil (Abb. 3). Hier ist im Mittelteil der nur 7 m mächtigen Folge eine maximal 10 cm mächtige, dunkelgraue Kalkbank eingelagert. Sie besteht fast ausschließlich aus Fossilschalen, die auf der Bankoberfläche durch die Verwitterung schön herauspräpariert sind. Die reiche und typische Faunengemeinschaft, die aus dieser Kalkbank gewonnen wurde, schließt eine Verwechslung dieser Folge mit den Gesteinen der unteren Schieferton-Folge aus (s. Tab. 1).

Im Elsental ist die Serie trotz einer Mächtigkeit von ca. 12 m nur schlecht aufgeschlossen. Auch hier tritt eine Lumachellenbank auf, die allerdings in diesem Profil näher der Obergrenze der Folge eingeschaltet ist. Trotz des meist schlechten Erhaltungszustandes der Fossilien ließ sich auch hier noch eine typische Faunengemeinschaft gewinnen (s. Tab. 1).

Offenbar ist es besonders günstigen Verhältnissen zu verdanken, daß die stets geringmächtige mittlere Schieferton-Folge in den Profilen an der Geiswand und am Elsental ausgegliedert werden konnte. Denn bei den Kartierungsarbeiten im Rauschberg- und Hochkienberg-Gebiet war es meist unmöglich, dieses Schichtpaket im Streichen weiter zu verfolgen und auf der Karte auszuscheiden. Das mag darauf zurückzuführen sein, daß die klastische Sedimentation in diesem Niveau gebietsweise in reine Kalk-Dolomitabscheidung übergeht und die Schiefertone und Sandsteine somit nur in Form absätziger Linsen zwischengelagert sind. Daneben besteht aber auch die Möglichkeit, daß die geringmächtige Folge bei tektonischer Beanspruchung besonders leicht ausgequetscht wird.

Mittlere Kalk-Dolomit-Folge (= Horizont IIa)

Über den Schiefertonen folgen im Geiswand-Profil und an der Hinteren Schwarzachen schlecht gebankte Kalke und Dolomite, die den Gesteinen der unteren Kalk-Dolomit-Folge ähnlich sind. Im Profil am Elsental sind es ausschließlich grobgebankte und massige Kalke, in deren hangendsten Partien eine nach oben zunehmende Dunkelfärbung die darüber folgende Pelitsedimentation ankündigt. Fossilkerne, wie sie Wöhrmann (1889) und Böse (1898) aus dieser Serie erwähnen, konnten nicht gefunden werden. Die Mächtigkeit dieses Schichtgliedes beträgt im Schwarzachen-Profil rund 50 m und im Elsental 30 m; an der Geiswand wird diese Folge nach 50 Schichtmetern im Hangenden von einer Störung abgeschnitten.

Obere Schieferton-Folge (= Horizont IIb)

Die Kalke und Dolomite der mittleren Folge werden überlagert von dunkelgrauen Schiefertonen, die alle Übergänge zu dünngebankten, festen Mergeln

zeigen. Nur ganz vereinzelt treten noch dünne Sandsteinbänkchen auf, die jenen der mittleren Schieferton-Folge ähneln. Bezeichnend ist eine verhältnismäßig häufige Einschaltung von Kalkbänken, die Mächtigkeiten zwischen 10 und 50 cm erreichen und teilweise etwas feinklastischen Quarz führen. Besonders typisch ist das massenhafte Auftreten von *Ostrea montiscaprilis* Klipst. Lesesteine solcher „Ostreenkalke" sind in schlecht aufgeschlossenen Gebietsteilen eine wertvolle Hilfe beim kartierenden Verfolgen dieser Serie. In dem Profil am Elsental schließen dicke, dunkelgraue, fossilarme Kalkbänke mit dünnen Mergelzwischenlagen die Folge zum Hangenden ab und leiten zu den auflagernden Kalken und Dolomiten über.

Die Mächtigkeit ist verhältnismäßig gering. Sie beträgt im Schwarzachen-Profil 8 m und im Elsental-Profil 13 m.

Obere Kalk-Dolomit-Folge (= Horizont IIc)

Grobgebankte bis massige Kalke und Dolomite zeigen in ihrer Färbung alle Übergänge von hellem Braun zu dunklem Grau. Gelegentlich enthalten sie kleine, gelblich verwitternde Mergelbutzen als Einschlüsse.

Der Übergang von den Raibler Schichten zum Hauptdolomit vollzieht sich im bearbeiteten Gebiet nur schrittweise, so daß diese an sich wichtige Stufengrenze nicht eindeutig gezogen werden kann. Rauhwacken, die in den westlichen und nördlichen Nachbargebieten den Grenzbereich markieren und dort lokal große Mächtigkeiten erreichen (Wöhrmann, 1893; Arlt, 1911; Nöth, 1926), treten im Rauschberg- und Hochkienberg-Gebiet in diesem Niveau nicht auf. Bei der Profilaufnahme und bei der Kartierung wurde deshalb die Grenze zum Hauptdolomit bei der höchsten noch feststellbaren Kalkbank der oberen Kalk-Dolomit-Folge gezogen.

Die Mächtigkeit beträgt im Schwarzachen-Profil etwa 100 m, im Elsental-Profil rund 70 m.

Die auffälligste Erscheinung innerhalb der Raibler Schichten im Rauschberg- und Hochkienberg-Gebiet ist somit eine dreifache Wiederholung von jeweils einer liegenden Schieferton-Folge und einer hangenden Kalk-Dolomit-Folge.

In seinen umfassenden Arbeiten teilte Wöhrmann (1889, 1893) die Raibler Schichten der Nordalpen generell in zwei Abteilungen ein, nämlich die „Cardita-Schichten" als untere und die „Torer Schichten" als obere (vgl. Abb. 3). Neben den ausschlaggebenden faunistischen Belegen (s. S. 98) führte er für diese Zweigliederung vor allem auch lithologische Kennzeichen an.

Die „Cardita-Schichten" seiner Definition (nicht zu verwechseln mit der gebietsweise üblichen Bezeichnung „Cardita-Schichten" für die gesamten Raibler Schichten! z. B. Holler, 1951) bestehen aus dem „Unteren Mergelzug", dem „Dolomitischen und kalkigen Zug" und dem „Oberen Mergelzug". Diese fazielle Entwicklung der unteren Abteilung (= Cardita-Schichten i. e. S.) stimmt mit der in unserem Gebiet beobachteten gut überein.

Die obere Abteilung (= „Torer Schichten") dagegen weist eine abweichende Ausbildung auf. Wöhrmann (1889, S. 255) beschrieb diese „Torer Schichten" generell als einen bunten „Wechsel von verschieden stark ausgebildeten Kalk- und Dolomitschichten mit mergeligen oder lettigen Zwischenlagen, die ohne scharfe Grenze in die Rauhwacken und den Hauptdolomit übergehen". Demgegenüber tritt im untersuchten Gebiet nur eine bedeutende Schieferton-Folge in den Torer Schichten auf. Durch die Zwischenlagerung dieser dritten, oberen Schieferton-Folge wird das im übrigen eintönige Kalk-Dolomit-Paket deutlich aufgeteilt in eine liegende und eine hangende Folge oder — für den ganzen Komplex der Raibler Schichten betrachtet — in die „mittlere" und die „obere Kalk-Dolomit-Folge". — Als Anklänge an die von Wöhrmann beschriebene Entwicklung der „Torer Schichten" können die relativ häufigen Einschaltungen von Kalkbänken in der oberen Schieferton-Folge wie auch die Einschlüsse von Mergelbutzen innerhalb der oberen Kalk-Dolomit-Folge gewertet werden.

Somit entsprechen in unserem Gebiet innerhalb der unteren Abteilung (= „Cardita-Schichten"; vgl. Abb. 3):

1. dem „Unteren Mergelzug" nach Wöhrmann
   die „Untere Schieferton-Folge" unserer Definition,
2. dem „Oberen Mergelzug" nach Wöhrmann
   die „Mittlere Schieferton-Folge" unserer Definition.

3. Innerhalb der oberen Abteilung (= „Torer Schichten") konnte die „Obere Schieferton-Folge" ausgegliedert werden.

Die früheren Bearbeiter dieses Gebietes setzten die zweite (mittlere) Schieferton-Folge — sofern sie diese im Gelände fanden — irrtümlich der ersten (unteren) gleich und parallelisierten daraufhin die dritte (obere) Schieferton-Folge mit dem „Oberen Mergelzug" Wöhrmanns. Diese Parallelisierungen bedürfen einer Korrektur. Sie ist sowohl durch die fazielle Entwicklung (s. o.) als auch durch die Faunen der einzelnen Schichtfolgen vorgezeichnet (s. u.).

3. Faunistische Gliederung und stratigraphische Folgerungen

(vgl. hierzu Tab. 1)

Im gesamten Untersuchungsgebiet beschränkt sich die Fossilführung in den Raibler Schichten fast ausschließlich auf die Schieferton-Folgen und hier besonders auf die geringmächtigen, darin eingeschalteten Kalkbänkchen. Die mächtigen Kalk-Dolomit-Folgen innerhalb der Raibler Schichten sind — von vereinzelten, nicht bestimmbaren Steinkernen abgesehen — makroskopisch fossilleer. Um so reichhaltiger und bedeutender ist der Fossilinhalt der Schieferton-Folgen; er erlaubt eine weitgehende und eindeutige Untergliederung der gesamten Schichtenfolge.

Dies erkannte bereits Wöhrmann (1889, 1893) bei seinen grundlegenden Arbeiten, die — auf langen, über weite Gebiete der Kalkalpen ausgedehnten und

eingehenden Untersuchungen fußend — erstmals ein klares Bild über die Fossilführung der Raibler Schichten erbrachten; sie gelten noch heute und brauchten bislang nicht revidiert zu werden.

WÖHRMANN gelang zunächst eine vertikale Unterteilung der Raibler Schichten in zwei etwa gleich mächtige Abteilungen. Die tiefere der beiden Abteilungen ist gekennzeichnet durch das Leitfossil *Cardita crenata guembeli* PICHLER; für sie wurde daher die bereits früher eingeführte Bezeichnung „Cardita-Schichten" beibehalten. Die obere Abteilung ist dadurch charakterisiert, daß *C. crenata guembeli* vollkommen fehlt und dafür besonders Ostreen sehr reichlich vorkommen: „Die Schalen von Ostrea montis caprilis setzen meist regelrechte Austernbänke zusammen" (WÖHRMANN, 1893, S. 697). Der Fossilinhalt ist im wesentlichen identisch mit dem der „Torer Schichten" — nach der Gliederung von SUESS (1867) die oberste Gruppe der Raibler Schichten im Gebiet der Typuslokalität Raibl in den Karnischen Alpen —, weswegen WÖHRMANN für diese „obere Abteilung" den Namen „Torer Schichten" übernahm, ohne sie in den Bayerisch-Nordtiroler Kalkalpen weiter zu untergliedern (s. S. 92).

Für die Cardita-Schichten unterscheidet er einen unteren (Horizont a) und einen oberen (Horizont c) Mergel-Zug und einen zwischen diesen beiden eingeschlossenen mächtigen Kalk-Dolomit-Zug (Horizont b). Der Kalk-Dolomit-Horizont ist fossilleer. Die beiden Mergel-Züge weisen faunistisch einen bemerkenswerten Unterschied auf, der schon frühzeitig die ganze Problematik exakter biostratigraphischer Grenzziehung beleuchtete. So bemerkte WÖHRMANN (1893, S. 695): „Die Cassianer Fauna ist, abgesehen von einer Reihe indigener Arten, gänzlich unverändert (vom Ref. gesperrt!) im Horizont a enthalten. Die darauffolgende Kalk- und Dolomitzone scheint mit Ausnahme einiger weniger Lokalitäten, an denen Megalodonten auftreten, gänzlich versteinerungsleer und eine Fortsetzung der Wettersteinfacies zu sein. Im sandigen Sphaerocodienhorizont c ist die Cassianer Fauna schon stark zurückgetreten."

ROTHPLETZ (1894, S. 71 ff.) mißt dieser Erscheinung noch größere Bedeutung bei: „Dieser untere Horizont nun führt bei 26 Arten 18 Cassianer Formen (= 70%), der obere bei 59 Arten 18 (= 30%)." Er möchte deshalb diesen unteren Horizont von den unteren Raibler Schichten (= Cardita-Schichten) abgetrennt wissen und schlägt für diesen Komplex den Namen „Haller Schichten" vor. Der Vorschlag hat sich jedoch nicht weiter durchgesetzt. Immerhin wirft er ein bezeichnendes Licht auf die biostratigraphisch problematische Festlegung der Grenze zwischen der ladinischen und karnischen Stufe, auf die neuerdings JACOBSHAGEN (1961) wieder hingewiesen hat.

Für die Einbeziehung des unteren „Horizontes a" in die Cardita-Schichten war für WÖHRMANN, neben anderen paläontologischen Erwägungen, vor allem maßgebend, daß zusammen mit der Leitform *Cardita crenata guembeli* PICHLER stets *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. vorkommt. Es wäre Aufgabe einer modernen biostratigraphischen Untersuchung, zu klären, inwieweit dieses Argument

auch hinsichtlich der übrigen Faunenzusammensetzung wirklich stichhaltig ist. Jedenfalls treten nach ROTHPLETZ (1894) in der „oberen Abteilung" (= Torer Schichten) bei 37 Arten immer noch 11 Cassianer Formen (= 30%) auf, also etwa gleich viel wie im „Horizont c" der Cardita-Schichten.

Für „Horizont a" sind nach WÖHRMANN (1893, S. 697) im Bereich einer Linie Imst (Nordtirol)-Hochkienberg (b. Ruhpolding) — die nach den vorliegenden Befunden unbedenklich zunächst über den Rauschberg bis zum Staufen (b. Reichenhall) verlängert werden kann — besonders bezeichnend die dm- bis ½ m-dicken Kalkbänke aus *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL., mit denen stets *Cardita crenata guembeli* PICHLER massenhaft vergesellschaftet ist. Der sonstige Fossilinhalt ist der Formen- wie der Individuenzahl nach im ganzen noch recht arm.

In „Horizont c" sind Sphaerocodien weniger häufig, im Untersuchungsgebiet sogar ausgesprochen selten und nie Bänke bildend. Dagegen entfaltet sich die Fauna sehr stark und zeichnet sich durch einen großen Arten- und Individuenreichtum aus (vgl. Tab. 1). Vorzugsweise und am besten erhalten finden sich die einzelnen Fossilien auf den Schichtflächen der dünnen, diesem Horizont eingelagerten Kalkbänkchen, die meist als eine fast reine Lumachelle anzusprechen sind. Hauptsächlich sind an diesen Schillsedimenten Lamellibranchiaten beteiligt, daneben untergeordnet auch Echinodermen und Gastropoden; interessant sind gelegentlich anzutreffende Vertebratenreste.

Wenn man die Unterteilung der Cardita-Schichten mitberücksichtigt, kann man von einer Gliederung der Raibler Schichten durch WÖHRMANN in vier „Horizonte" sprechen. Dies ist für die weiteren historischen Betrachtungen im hier behandelten Gebiet von Bedeutung.

Das erste Raibler Schichtprofil aus dem Bereich der östlichen Chiemgauer Alpen lieferte ARLT (1911). Er unterschied vom Liegenden zum Hangenden vier Abteilungen, die er mit den WÖHRMANNschen parallelisieren zu dürfen glaubte. Dies trifft jedoch nur teilweise zu. Da nur die Schieferton-Folgen Fossilien führen, haben wir uns bei unseren Betrachtungen vor allem an sie zu halten. Durchaus richtig erkannte ARLT am Rauschberg den „Unteren Mergelzug" (= Horizont a) WÖHRMANNS wieder, gekennzeichnet vor allem durch die „Sphaerocodienoolith-Bank" mit Carditaresten (s. o.). Als Pendant für den „Oberen Mergelzug" (= Horizont c) WÖHRMANNS erwähnte er jedoch (S. 9) „braunschwarze Kalke und Mergel mit Ostreen und zahlreichen anderen Fossilien". Wie oben ausgeführt (s. S. 98), sind aber nach WÖHRMANN (1893, S. 697) Ostreen — wenn sie auch vereinzelt schon früher auftreten — besonders charakteristisch für die gesamte „Obere Abteilung" der Raibler Schichten, nämlich für die „Torer Schichten". Nach unseren Geländebeobachtungen sind zudem die „braunschwarzen Kalke" recht typisch für die in den Mergeln der Torer Schichten eingelagerten Kalkbänke.

	1	2	3	4	5	6	7	8
II. Torer Schichten								
IIc — Obere Kalk-Dolomit-Folge								
IIb — Obere Schieferton-Folge								
Pentacrinus tirolensis LAUBE			×	○			○	×
Pentracinus propinquus MÜNST.			×					
Cidaris parastadifera SCHAFH.		**×**	**×**	○			○	**×**
Terebratula (Dielasma) paronica TOMMASI		**×**		**×**		**×**	○	**×**
Loxonema binodosum WÖHRM.			×	○			○	×
Neritopsis pauciornata WÖHRM.		×						
Ostrea (Alectryonia) montiscaprilis KLIPST.		×	×	×	×	×	○	×
Placunopsis fissistriata (WINKLER)		×	×	×	×		○	×
Pecten filosus HAUER		**×**	**×**	**×**	**×**	**×**	**×**	**×**
Pecten schlosseri WÖHRM.			×	×	×	×	×	×
Pecten subalternans D'ORB.		×	×	○			○	×
Odontoperna („Gervilleia") bouéi (HAUER)			×	×	sp.		×	×
Augustella („Gervilleia") angusta (GOLDF.)		**×**	**×**		**×**	cf.	**×**	**×**
Angustella („Gervilleia") angulata (MÜNST.)			×					
Hoernesia johannisaustriae (KLIPST.)			×	×			×	×
Avicula aspera PICHLER				○		**×**	○	**×**
Myophoria inaequicostata KLIPST.		×		○			○	×
Gonodon mellingi (HAUER)		cf.		×	cf.	×		×
IIa — Mittlere Kalk-Dolomit-Folge								
I. Cardita-Schichten								
Ic — Mittlere Schieferton-Folge								
Encrinus granulosus (MÜNST.)	×							×
Cidaris braunii DESOR	×						×	×
Waldheimia (Cruratula) carinthiaca (ROTHPL.)					×			
Dentalium arctum PICHLER	×			○			×	×
Loxonema binodosum WÖHRM.	×			○			○	×
Loxonema tenue (MÜNST.)	×							
Amauropsis (Prostylifer) paludinaris (MÜNST.)	×							×
Promathildia colon (MÜNST.)	×							
Placunopsis fissistriata (WINKLER)	×			×				×
Pecten subalternans D'ORB..	×			○			○	×
Hoernesia sturi (WÖHRM.)	**×**							**×**
Modiola raibliana BITTN.	×							
Myophoria fissidentata WÖHRM.	**×**			○	cf.		○	**×**
Myophoria inaequicostata KLIPST.	×			○	×		○	×
Myophoria whateleyae (BUCH)				○	×		○	×
Anoplophora recta (GÜMBEL)	**×**			○			**×**	**×**
Cardita crenata guembeli PICHLER	×			○			○	×
Myophoriopis rosthorni (BOUE)	×			○			○	×
Saurichthys acuminatus AG.	×							×
Saurichthys apicalis AG.	×							
Sphaerocodium bornemanni ROTHPL.	×			○	×		○	×
Ib — Untere Kalk-Dolomit-Folge								
Ia — Untere Schieferton-Folge								
Cardita crenata guembeli PICHLER	×			○	×	×	○	×
Traumatocrinus caudex (DITTMAR)				○		**×**	○	**×**
Pentacrinus propinquus MÜNST.	×			○			○	×
Sphaerocodium bornemanni ROTHPL.	×			○	×	×	○	×

Daß es sich hier nicht um eine zufällige Sonderbildung oder um eine Einschaltung in „Horizont c" der Cardita-Schichten handelt, geht daraus hervor, daß Arlt als besonders wichtigen Fossilfundpunkt das Hint. Schwarzachen-Tal anführt, wo vor allem die Torer Schichten gut erschlossen sind. Bereits Wöhrmann beschreibt zahlreiche Fossilien von dort, die ausschließlich den Torer Schichten angehören. Außerdem führt Arlt (1911, S. 10) in seiner ungegliederten Fossilliste der Raibler Schichten i. allg. mehrere Exemplare, die nur oder bevorzugt in den Torer Schichten auftreten und die im Rauschberg-Gebiet eigentlich nur von der Hint.Schwarzachen stammen können.

Der höhere der von Arlt festgestellten „Mergel-Züge" entspricht also nicht dem „Horizont c" der Cardita-Schichten, sondern gehört in die von Wöhrmann nicht weiter untergliederten Torer Schichten!

Arlt hat aber im Rauschberg-Gebiet tatsächlich auch Wöhrmanns „Horizont c" angetroffen — freilich ohne ihn zu erkennen. Aus der Arltschen Arbeit und aus seiner geologischen Karte des Rauschberges (Fossilfundpunkte angegeben!) geht hervor, daß ihm das Normalprofil an der Geiswand und die dort auftretenden Schiefertone der Raibler Schichten samt ihren Fossilien bekannt waren. Ein von ihm gezeichnetes Profil (Arlt, 1911, S. 34, Fig. 14) zeigt aber, daß er diese Schiefertone für eine durch antithetische Verwerfungen hervorgerufene Wiederholung der Schiefertone des „Horizontes a" hielt, die weiter gegen das Liegende zu am Rauschbergkamm anstehen. Die im Liegenden aufgeschlossenen Kalke und Dolomite des „Horizontes b" hielt er für Wettersteinkalk. Ihm fiel nicht auf, daß in diesen Schiefertonen keine Sphaerocodienoolith-Bank eingeschaltet ist, die (s. o.) in diesem Gebiet typisch ist für „Horizont a".

Arlt hat also den Fossilinhalt zu wenig berücksichtigt und daher irrtümlich zweimal zwei nicht entsprechende Schieferton-Folgen der Raibler Schichten parallelisiert bzw. zusammengefaßt: 1. eine neu auszuscheidende Schieferton-Folge mit Wöhrmanns „Horizont c" und 2. den eigentlichen „Horizont c" mit „Horizont a".

Tab. 1: Paläontologische Charakterisierung der drei Schieferton-Folgen innerhalb der Raibler Schichten der östlichen Chiemgauer Alpen.

Fundstellen

1—4 Rauschberg-Gebiet
- 1—3 nach Angermeier (1960)
  - 1 Geiswand-Profil
  - 2 ‚Rauschberg-Sattel' unmittelbar westl. P 1671
  - 3 Profil längs der Straße an der Hinteren Schwarzachen
- 4 nach Wöhrmann (1889, 1893).

5—7 Hochkienberg-Gebiet
- 5 nach Pöschl (1962)
- 6 nach Nöth (1926) (Aus seiner Fossilliste werden hier nur die Exemplare angeführt, die er selbst aufsammelte!)
- 7 nach Wöhrmann (1889, 1893).

8 Von verschiedenen Fundpunkten in den Nordalpen durch Wöhrmann (1889, 1893) genannt.

Symbole

○ nach Wöhrmann allgemein verbreitet in den Raibler Schichten der Nordalpen.
× Fossil lokalisiert gefunden
X desgl. und mit Horizont-Leitwert nach Wöhrmann.

Dem gleichen Irrtum verfielen auch die späteren Bearbeiter der im E und W anschließenden Gebiete, Nöth (1926) am Hochkienberg SW Ruhpolding und Erhardt (1931) am Staufen bei Reichenhall.

Nöth (1926, S. 426—427) beschreibt als Gesteine der von ihm „Oberer Kalk-Mergelzug" benannten und mit Wöhrmanns „Horizont c" parallelisierten Schichtfolge schwarze Kalke mit Mergelzwischenlagen, die auf den Schichtflächen von Fossilien übersät sind, hauptsächlich von Pecten und Ostrea. Demnach liegen hier jedoch die Torer Schichten vor.

Erhardt (1931, S. 17) führt ebenfalls eine „Obere Kalk-Mergel-Gruppe" und gibt an, die Raibler Schichten nach dem Beispiel von Wöhrmann, Böse und Arlt zu gliedern. Aber auch er beschreibt aus seiner „Oberen Kalk-Mergel-Gruppe" wieder ausdrücklich „Ostreenkalke" und zeigt damit, daß er den Irrtum seiner Gebietsnachbarn übernommen hat.

Ebenso wie bei Arlt entfällt auch bei Nöth und Erhardt der eigentliche „Horizont c" Wöhrmanns. Sie führen jedoch in ihren zusammenfassenden Fossillisten für die Raibler Schichten bzw. für deren untere Abteilung (Erhardt) zahlreiche Fossilien an, die mit annähernder Sicherheit in „Horizont c" zu stellen sind. Daß dieser dann doch nicht selbst auskartiert wurde, mag an den schlechten Aufschlußverhältnissen gelegen haben und auch daran, daß dieser Horizont — im Gegensatz zu Wöhrmanns Angaben aus westlicheren Gebieten (1893, S. 698) — hier nur geringmächtig ist und evtl. nicht einmal ständig durchhält.

Die grundsätzlich richtige stratigraphische Gliederung Wöhrmanns wurde also von späteren Bearbeitern im Gebiet der Chiemgauer Alpen nicht ganz richtig angewandt. Immerhin schält sich aus diesen Arbeiten auch ein neuer Gesichtspunkt heraus: daß nämlich in den Raibler Schichten der östlichen Chiemgauer Berge innerhalb der oberen Abteilung (= Torer Schichten) eine Schieferton-Folge entwickelt ist, die im Gelände auffälliger hervortritt als der Wöhrmannsche „Horizont c" der unteren Abteilung.

Dieser Eindruck ergab sich auch bei der Neukartierung des Gebietes, während im übrigen die Wöhrmannsche Konzeption voll und ganz bestätigt wurde. Sie konnte durch die Neuausgliederung der erwähnten oberen Schieferton-Folge und zweier, durch sie getrennter Kalk-Dolomit-Folgen der Torer Schichten noch ausgebaut werden.

Somit lassen sich die Raibler Schichten im untersuchten Gebiet wie folgt gliedern (vgl. auch Abb. 3 und Tab. 1):

II. Torer Schichten

Obere Kalk-Dolomit Folge	(Horizont II c)
Obere Schieferton-Folge	(Horizont II b)
Mittlere Kalk-Dolomit-Folge	(Horizont II a)

I. Cardita-Schichten

Mittlere Schieferton-Folge	(Horizont I c)
Untere Kalk-Dolomit-Folge	(Horizont I b)
Untere Schieferton-Folge	(Horizont I a)

Mit dieser Gliederung zeigen sich interessante Beziehungen zu den südlichen Kalkalpen im Bereich des Gailtales, wo Holler (1951) in den Raibler Schichten (dort insgesamt als „Cardita-Schichten" bezeichnet, s. S. 96) ebenfalls drei

Schieferton-Folgen ausscheiden konnte. Sie zeigen in Fazies, Position im Schichtprofil und (zufällig) auch in der Mächtigkeit weitgehend Anklänge an die der östlichen Chiemgauer Alpen. Für das Profil der Gailtaler Alpen ist allerdings im obersten Schieferton-Niveau eine Oolithbank bezeichnend. Nach GEYER (1901) führt dieser oberste Schichtkomplex eine Fauna, die mit *Avicula aspera* PICHLER und *Terebratula julica* BITTN. (nach WÖHRMANN 1893, S. 648, wohl nur eine Variation von *T. paronica* TOMMASI) Leitformen der Torer Schichten der Süd- wie der Nordalpen enthält. Die mittlere Schieferton-Folge ist nach GEYER (1901, S. 129) durch das nordalpine Leitfossil *Myophoria fissidentata* WÖHRM. gesichert Aus dem unteren Horizont fehlen genaue Fossilangaben, doch ist er faziell von den beiden höheren unterschieden und liegt zudem unmittelbar (konkordant!) dem obersten Wettersteinkalk auf.

Die engen Beziehungen der Cardita-Schichten [Horizonte I a und I c] wie auch der obersten Bänke des Wettersteinkalkes („Grenzoolith-Bänke") zu den südalpinen Cassianer Schichten treten auch in unserem Arbeitsgebiet faunistisch hervor.

Die „Grenzoolith-Bänke" des oberen Wettersteinkalkes führen gelegentlich *Cardita crenata guembeli* PICHLER, wodurch eine Verbindung der Cardita-Schichten mit dem nordalpinen Äquivalent der Cassianer Schichten, dem oberen Wettersteinkalk, angedeutet ist (s. S. 89).

ANGERMEIER (1960) konnte am Rauschberg aus dem Horizont I c (= mittlere Schieferton-Folge) eine reiche Gastropoden-Fauna bergen. In Tab. 1 sind hiervon nur die sicher bestimmbaren Formen angeführt, die große Zahl der cf.-Bestimmungen wurde weggelassen. Es handelt sich vorwiegend um Zwergformen (Kümmerformen?) von Gastropoden der Cassianer Schichten, die teilweise in den Nordalpen noch unbekannt waren.

Das Auftreten von *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. in den obersten Lagen des Wettersteinkalkes wurde in den nördlichen Kalkalpen bisher noch wenig beobachtet. Doch stellte schon ROTHPLETZ (1891, S. 300) fest, daß diese Grünalge bereits in den „Cassianer Kalken der Südalpen" verbreitet sei, andererseits vereinzelt sogar noch in der Obertrias der Nordalpen aufzutreten scheint („Kössener Kalke der Kothalpe am Wendelstein" und „Plattenkalk des Soiern im Karwendel"). SCHULZ (1960) erwähnt sie im Bleiberger Profil (Gailtaler Alpen) ebenfalls aus der „Kies-Oolithbank" des obersten Wettersteinkalkes.

Sowohl nach der Originalbeschreibung von ROTHPLETZ (1891, S. 296 ff. sowie Taf. XV, Fig. 3, 5, 6 und Taf. XVI, Fig. 6, 12, 13) als auch nach Dünnschliffvergleichen von Proben aus der typischen „Sphaerocodienoolith-Bank" der überlagernden unteren Schieferton-Folge kann kein Zweifel an der Identität bestehen.

Die systematische Stellung von *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. ist noch wenig gesichert. Während sie ROTHPLETZ (1891) zu den Codiaceen rechnet, bezeichnet sie PIA (1926, S. 52) „als Verwachsungen mehrerer verschiedener Arten von Girvanella". In beiden Fällen würde es sich nach JOHNSON (1951) um eine Grünalge (Fam. Codiaceae) bzw. eine nahe Verwandte derselben (Fam. Porostromata) handeln.

Die faunistische Verwandtschaft der Raibler und Cassianer Schichten wird vor allem durch Cephalopodenfaunen belegt, wie neuerlich JACOBSHAGEN (1961) wieder hervorgehoben hat. Diese Tatsache veranlaßte bereits MOJSISOVICS, WAAGEN & DIENER (1869, 1893, 1895) Raibler und Cassianer Schichten in der

Karnischen Stufe zusammenzufassen, die damit gleichzeitig erstmals definiert wurde. Spätere Autoren lehnten diese Stufen-Gliederung meist ab unter Hinweis auf den scharfen Fazieswechsel zwischen oberem Wettersteinkalk und untersten Raibler Schichten. Sie führten damit eine Überbewertung lithologischer gegenüber biostratigraphischer Grenzziehung ein. Für die Feldkartierung hat eine Grenzziehung nach lithologischen Merkmalen praktische Vorteile. Das vorgelegte Beispiel zeigt jedoch wieder, daß eine Schichtengliederung allein nach faziellen Einheiten weder exakte chronologische Parallelisierungen gestattet, noch sich mit einer biostratigraphischen Gliederung decken muß.

Schriftenverzeichnis

Angermeier, H.-O., 1960: Der geologische Bau des Rauschberg-Gebietes in den Chiemgauer Alpen. — 1—63, Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München.

Arlt, H., 1911: Die geologischen Verhältnisse der östlichen Ruhpoldinger Berge mit Rauschberg und Sonntagshorn. — Landesk. Forsch., hrsg. v. d. geogr. Ges. München **12**, 1—50. München. (Auch: Mitt. geogr. Ges. München **6**, 337—385. München.)

Bittner, A., 1895: Lamellibranchiaten der alpinen Trias. I. Teil: Revision der Lamellibranchiaten von St. Cassian. — Abh. k. k. geol. R.-A. **18**, 1—235. Wien.

Böse, E., 1898: Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias. — Z. dtsch. geol. Ges. **50**, 468—756. Berlin.

Correns, C. W., 1949: Einführung in die Mineralogie (Kristallographie und Petrologie). — 1—414. Berlin-Göttingen-Heidelberg (Springer).

Erhardt, W., 1931: Der Staufen. Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. — Wiss. Veröff. D.Ö.A.V. **11**, 1—52. Innsbruck.

Geyer, G., 1901: Geologische Aufnahmen im Weißenbachtale, Kreuzengraben und in der Spitzegelkette (Oberkärnten). — Verh. k. k. geol. R.-A. 1901, 113—139. Wien.

Hahn, F. F., 1912: Versuch zu einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun. — Verh. k. k. geol. R.-A., 1912, 337—344. Wien.

Holler, H., 1951: Die Stratigraphie der karnischen und norischen Stufe in den östlichen Gailtaler Alpen. — Berg- u. Hüttenmänn. Mh. **96**, 69—75. Wien.

Jacobshagen, V., 1961: Zur Gliederung der mediterranen Trias. I. Die Grenze Ladin/Karn. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1961, 477—483. Stuttgart.

Johnson, J. H., 1951: An Introduction to the Study of organic Limestones. — Quart. Colorado School of Mines **46**, 1—185. Golden, Colo.

Kittl, E., 1891—1894: Die Gastropoden der Schichten von St. Cassian der südalpinen Trias. — Ann. k. k. nat.-hist. Hofmus. Wien. — 1. Teil: **6**, 166—262; 2. Teil: **7**, 35—98; 3. Teil: **9**, 142—278. Wien.

Knauer, J., 1938: Die Herkunft der Blei- und Zinkerze im Rauschenberg-Gebiet bei Inzell. — Abh. geol. Landesuntersuchg. am Bayer. Ob.-Bergamt **30**, 1—13. München.

Kockel, C. W.; M. Richter & H. G. Steinmann, 1931: Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. D.Ö.A.V. **10**, 1—231. Innsbruck.

Leuchs, K. & Mosebach, R., 1936: Die spätladinische Hebung. — Zbl. Mineral. etc., 1936 B, 1—12. Stuttgart.

Maucher, A., 1954: Zur „alpinen Metallogenese" in den bayerischen Kalkalpen zwischen Loisach und Salzach. — Tschermaks mineral. u. petrogr. Mitt. 3. F., **4**, 454-463. Wien.

Mojsisovics, E. v., 1869: Über die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. — Jb. k. k. geol. R.-A. **19**, 91—149. Wien.

Mojsisovics, E. v., 1893: Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke, Bd. 2. — Abh. k. k. geol. R.-A. **6**, 1—834. Wien.

Mojsisovics, E. v.; W. Waagen & C. Diener, 1895: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. — S.-B. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. **104**, 1—32. Wien.

Mylius, H., 1916: Ein Beitrag zum geologischen Bau des Wettersteingebirges. — N. Jb. Mineral. etc., 1916, 10—40. Stuttgart.

Nöth, L., 1926: Der geologische Aufbau des Hochfelln-Hochkienberggebietes. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd. **53** B, 409—510. Stuttgart.

Pia, J., 1926: Pflanzen als Gesteinsbildner. — 1—356. Berlin (Borntraeger).

Pöschl, A., 1962: Der geologische Bau des Gebietes zwischen Urschlauer-Ache und Seen-Tal in den Chiemgauer Alpen. — 1—61, Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München.

Rothpletz, A., 1891: Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineen. — Z. dtsch. geol. Ges. **43**, 295—322. Berlin.

Rothpletz, A., 1894: Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. — 1—268. Stuttgart (E. Schweizerbart).

Schindewolf, O. H., 1960: Stratigraphische Methodik und Terminologie. — Geol. Rdsch. **49**, 1—35. Stuttgart.

Schmidt, M., 1928: Die Lebewelt unserer Trias. — 1—461. Öhringen (Rau).

Schneider, H.-J., 1953: Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Oberen Wettersteinkalk östlich der Loisach. — 1—131, Ungedr. Diss. Univ. München.

Schneider, H.-J., 1954: Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., N.F. **66**, 1—37. München.

Schneider, H.-J., 1957: Diskussionsbeiträge zur „Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in Karbonatgesteinen". — Berg- u. Hüttenmänn. Mh. **102**, 226—256. Wien.

Schulz, O., 1955: Ein neuer Aufschluß der stratigraphischen Grenze Wettersteinkalk-Raibler Schichten. — Berg- u. Hüttenmänn. Mh. **100**, 103—108. Wien.

Schulz, O., 1960: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max). — Carinthia II, **22**. Sond.-H., 1—93. Klagenfurt.

Spengler, E., 1951: Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die Helvetische Zone. — In: Schaffer, F. X., Geologie von Österreich, 302—412. Wien. (Deuticke).

Suess, E., 1867: Raibl. — In: Suess, E. & Mojsisovics, E. v., Studien über die Gliederung der Trias- und Jura-Bildungen in den östlichen Alpen. — Jb. k. k. geol. R.-A., **17**, 553—582. Wien.

Taupitz, K.-C., 1954: Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. — 1—120, Ungedr. Diss., Bergakad. Clausthal.

Wöhrmann, S. v., 1889: Die Fauna der sog. Cardita- und Raibler Schichten in den Nordtiroler und bayrischen Alpen. — Jb. k. k. geol. R.-A. **39**, 181—258. Wien.

Wöhrmann, S. v., 1893: Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. — Jb. k. k. geol. R.-A. **43**, 617—768. Wien.

Wöhrmann, S. v. & Koken, E., 1892: Die Fauna der Raibler Schichten vom Schlernplateau. — Z. dtsch. geol. Ges. **44**, 167—223. Berlin.